



Analisi biogeografica della malacofauna marina italiana

Filippo Bassignani, Daniele Bedulli & Maria Mesoraca

KEY WORDS: biogeografia, molluschi, Mar Mediterraneo, conservazione.

ABSTRACT Species richness is the only component of biodiversity that can be considered on large spatial and temporal scale. Species richness of Italian Marine Molluscs is analysed using a dataset collected by members of the Italian Malacological Society (SIM - Società Italiana di Malacologia). These data are ordered in the database "Censimento della Malacofauna Marina delle Coste Italiane" (Census of Italian Marine Malacofauna) created by the authors and the ENEA (Organisation for the New Technology, the Energy and the Environment) and managed by the ENEA. This database is accessible in the web site:

"<http://estaxp.santateresa.enea.it/www/censim/censimento.html>".

The Census contains around 20.000 records concerning 901 species sampled in 663 localities around the whole Italian coastal perimeter. The description and distribution of the most common species and the distribution of data according to the substrate, the habitat and the sampling methods are showed. Elaboration of our data enabled us to formulate an index to measure species richness and to define lots, regions and seas with higher species richness. Other results consider ecological factors affecting the distribution of species richness and the distribution of species defined worth of protection according to recent studies.

RIASSUNTO La biodiversità della malacofauna marina italiana viene analizzata considerando la ricchezza specifica. Sono stati utilizzati i dati raccolti dalla S.I.M. (Società Italiana di Malacologia) ed organizzati nel database "Censimento della malacofauna Marina delle Coste Italiane". Questo database è consultabile su Internet in un sito gestito in collaborazione col Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale dell'Università di Parma.

Tramite il censimento sono stati raccolti circa 20.000 records su 901 specie campionate in 663 località distribuite lungo l'intero perimetro costiero. È stato creato un indice di ricchezza specifica svincolato dallo sforzo di campionamento che permette di individuare lotti, le regioni ed i mari in cui questo parametro è più elevato. I mari Tirreno e ionio hanno un indice di ricchezza specifico più elevato che il mare Adriatico.

Il numero di specie degne di protezione è più alto nei lotti con indice di ricchezza specifica elevato. Qualora tale risultato fosse confermato da analisi più dettagliate, si otterrebbe un'importante indicazione del valore dell'IRS come indicatore di biodiversità e della presenza di specie da proteggere.

In altri termini, l'IRS può costituire uno dei parametri utilizzabili per individuare le zone di massimo interesse ecologico e conservazionistico ("hotspots").

Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale - Università di Parma.

Email: bassignani@biol.unipr.it

INTRODUZIONE

La biodiversità è la varietà degli organismi considerata a tutti i livelli di organizzazione, da quella genetica a quella delle popolazioni e delle specie, sino ai livelli tassonomici più elevati. Questo termine comprende pertanto la varietà degli habitat, degli ecosistemi e dei processi che in essi si svolgono (per es. WILSON, 1997; MEFFE *et al.*, 1997). Con la Convenzione sulla Diversità Biologica sottoscritta da 145 stati intervenuti al Summit Mondiale sull'Ambiente ("EARTH SUMMIT") di Rio de Janeiro dell'estate 1992, la biodiversità è diventata un argomento centrale per la scienza e la politica di tutto il mondo (WILSON, 1997).

Le conoscenze attuali sull'insieme dei componenti degli ecosistemi e dei processi ecologici ed evolutivi sono estremamente frammentarie. I confini di habitat, biomi ed ecosistemi sono artificiali e validi solo in relazione all'accordo esistente tra gli studiosi. In effetti, sul nostro pianeta esiste un solo grande ecosistema: la biosfera (BEGON *et al.*, 1989; RICKLEFS, 1993). Al suo interno non esistono limiti netti che separano le popolazioni, le comunità e le altre suddivisioni create dagli ecologi per necessità di ricerca. Accurate stime delle densità di popolazione riferite a grandi scale territoriali sono raramente disponibili. Per questo, soprattutto con riferimento a grandi scale spaziali o temporali, la forma di biodiversità più facilmente e rapidamente individuabile è la ricchezza di specie, ossia il numero di specie trovate in una determinata porzione di spazio (PRIMACK, 1993; ORIANS, 1997; MYERS *et al.*, 2000).

In realtà le liste di specie sono spesso il solo tipo d'informazione esistente per alcune aree, anzi in moltissimi casi tali liste devono

ancora essere compilate. In ogni caso i dati sulla ricchezza specifica consentono di individuare le specie di maggior interesse per la biologia della conservazione; i modelli di analisi della ricchezza specifica sono tra le priorità più immediate di questa disciplina ed orientano la maggior parte delle ricerche sulla biodiversità (ORIANS, 1997). Lo stesso concetto di specie non è privo di problemi ma, per gli scopi di questa ricerca, è sufficiente ricordare che essa è uno strumento di lavoro e di studio ancora indispensabile e insostituibile (MEFFE & CARROLL, 1997b). Soprattutto va ribadito che in una "disciplina di crisi" (*sensu* MEFFE & CARROLL, 1997a), come la protezione della biodiversità, i dati sulla ricchezza specifica sono comunque i più facili e rapidi da ottenere. Dati di questo tipo, pur essendo insufficienti per un'effettiva e dettagliata conoscenza delle dinamiche ecologiche ed evolutive, forniscono la maggior quantità di informazione biologica in rapporto agli investimenti e, soprattutto, permettono la loro applicazione immediata per gestire e conservare la biodiversità.

In questo contesto la nostra ricerca ha due obiettivi: 1) analizzare la ricchezza specifica delle malacocenosi marine italiane al fine di individuare un metodo per misurare e confrontare risultati riferiti a contesti spaziali temporali ed ambientali eterogenei; 2) individuare, anche tramite tali confronti, le variabili ambientali correlate alla ricchezza specifica ed alla presenza di specie da proteggere.

MATERIALI E METODI

Il "Censimento della Malacofauna Marina Italiana"

La ricchezza specifica della malacofauna marina italiana è analiz-

zata utilizzando i dati raccolti dalla SIM (Società Italiana di Malacologia) e da campagne di campionamento realizzate da vari istituti di ricerca. Il *Phylum* dei Molluschi è stato scelto in quanto è un buon indicatore della biodiversità marina (per es. CHEMELLO *et al.*, 2000). I dati sono stati ordinati nel database "Censimento della malacofauna marina delle coste italiane", consultabile su Internet in un sito gestito dall'ENEA. Il database contiene 19.226 records riguardanti 901 specie campionate (ossia il 67,6% dei molluschi marini presenti in Italia), durante il periodo 01/01/1958-31/12/1997, in 663 località distribuite lungo il perimetro delle coste italiane (tab. 1)

| | |
|-----------------|----------|
| n° schede | 2.463 |
| n° records | 19.226 |
| n° specie | 901 |
| n° raccoglitori | 91 |
| località | 663 |
| inizio censim. | 01/01/58 |
| fine censim. | 31/12/97 |

Tab. 1 - Dati generali

Suddivisione dei dati in lotti

Per potere realizzare un'analisi biogeografica dei dati del censimento l'insieme dei records è stato suddiviso in 59 lotti distribuiti in modo da comprendere tutte le coste italiane. Ad ogni lotto sono riferiti circa 300 records (media $326,3 \pm 59,9$) in modo che lo sforzo di campionamento, espresso appunto dal numero di records, non vari in modo macroscopico tra i diversi lotti. In molti casi i lotti corrispondono alle province. Per ogni lotto sono stati determinati i seguenti parametri: a) ricchezza specifica (numero di specie censite); b) sforzo di campionamento (numero di records); c) numero di ambienti (misura della variabilità ambientale ottenuta combinando le informazioni sull'habitat e sul substrato); d) proporzione di durezza del substrato (ISDG) e indice di variabilità batimetrica (IVB). L'ISDG può assumere valori compresi tra 0 e 1, rispettivamente in caso di assenza di substrato esclusivamente mobile o di substrato esclusivamente duro. L'IVB è determinato moltiplicando il numero di profondità diverse in cui si è campionato per l'ampiezza dell'intervallo batimetrico, espresso in decine di metri: i risultati di queste operazioni sono rappresentati nella tab. 2.

Test statistici

Poiché i dati raccolti possono essere considerati indipendenti (privi di autocorrelazione) e distribuiti in modo normale sono stati utilizzati due test statistici parametrici: il test di correlazione di Pearson e l'analisi della varianza (ANOVA). Nei casi

in cui si avevano dubbi sulla distribuzione normale gaussiana dei dati e/o sulla loro autocorrelazione si sono effettuati anche i test di correlazione non parametrica Tau di Kendall e Rho di Spearman. In questo modo i risultati dei test di correlazione non sono vincolati alla correttezza dei presupposti riguardanti la distribuzione normale gaussiana dei dati e l'assenza di autocorrelazione tra gli stessi. In tutti i casi in cui i test non parametrici sono stati eseguiti i livelli di significatività ottenuti sono risultati coerenti con quelli ottenuti utilizzando test parametrici. Nei test di correlazione sulla variabile espressa con valore proporzionale è stata operata la "trasformazione angolare" (arcoseno della radice quadrata; LISON, 1982).

RISULTATI

Il metodo di campionamento più utilizzato è stato quello "manuale in immersione" (44,9%), seguito da "manuale da riva" (20,1%), da "pesca con rete" (11,7%), da "prelievo con benna" (11,3) e da "dragaggio" (7,8%); per il 4,1% dei records non è stato specificato il metodo utilizzato (tab. 3). I campionamenti sono stati condotti in 9 diversi tipi di habitat; la maggior parte dei records (64,9%) proviene dall'habitat infralitorale + circalitorale mentre per il 6,6% dei records non è stato definito l'habitat di provenienza (tab. 4). Complessivamente il 64% dei campionamenti è stato condotto su substrato duro o grossolano (fig. 1).

Per quanto riguarda la ricchezza specifica e gli altri parametri riferiti ai lotti si rimanda alla tab. 2.

Confronto tra mari

Per confrontare gli indici di ricchezza specifica dei mari italiani si è determinato il valore medio degli IRS dei lotti di ogni mare e si è fatto un confronto tra tali valori medi utilizzando il test ANOVA (tab. 5 e fig. 2). Tale confronto ha evidenziato: differenza con significatività molto alta ($F = 22$; $p < 0,001$) tra Mar Ligure (media 0,67; $n = 10$ lotti) e Mar Adriatico (media 0,44; $n = 12$ lotti); differenza molto significativa ($F = 12$; $p < 0,01$ e $F = 15$; $p < 0,01$ rispettivamente) tra Mar Tirreno (media 0,44; $n = 23$ lotti) e Mar Adriatico (media 0,44; $n = 12$ lotti) e tra Mar Ionio (media 0,67; $n = 7$ lotti) e Mar Adriatico (media 0,44; $n = 12$ lotti).

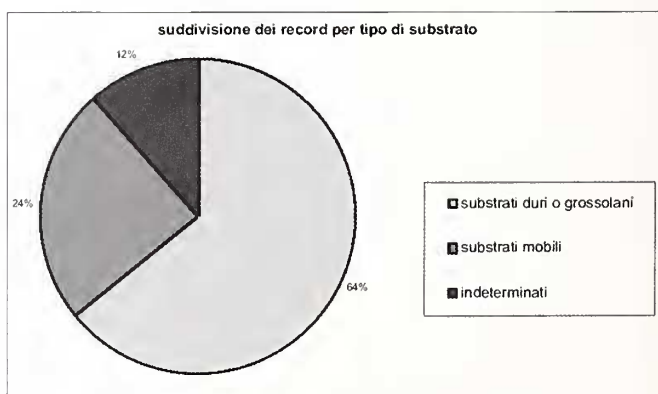


Fig. 1 - Suddivisione dei records per tipo di substrato.



| lotto | n° spec. | n° rec. | n° amb. | n° loc. | ISDG | IVB | IRS |
|----------------------------|----------|---------|---------|---------|--------|------|-----------|
| IMPERIA | 216 | 414 | 9 | 8 | 0,796 | 84 | 0,5217391 |
| SAVONA | 175 | 283 | 8 | 13 | 0,613 | 48 | 0,6183746 |
| GENOVA OVEST | 242 | 376 | 12 | 9 | 0,952 | 50 | 0,643617 |
| GENOVA EST | 257 | 352 | 15 | 8 | 0,818 | 160 | 0,7301136 |
| LA SPEZIA | 293 | 373 | 15 | 8 | 0,69 | 143 | 0,7855228 |
| LUCCA+LIVORNO | 167 | 278 | 9 | 8 | 0,99 | 140 | 0,6007194 |
| LIVORNO C.S. | 253 | 400 | 5 | 3 | 0,758 | 12 | 0,6325 |
| LIVORNO CENTRO NORD | 234 | 371 | 8 | 3 | 0,963 | 56 | 0,6307278 |
| LIVORNO SUD | 274 | 344 | 10 | 17 | 0,919 | 350 | 0,7965116 |
| CAPRAIA (LI) | 146 | 195 | 8 | 5 | 0,67 | 216 | 0,7487179 |
| ELBA (LI) | 219 | 407 | 8 | 25 | 0,96 | 420 | 0,5380835 |
| GROSSETO | 220 | 389 | 6 | 15 | 1 | 81 | 0,5655527 |
| LAZIO | 249 | 385 | 6 | 9 | 1 | 300 | 0,6467532 |
| CASERTA | 102 | 274 | 6 | 10 | 0,235 | 130 | 0,3722628 |
| NAPOLI NORD | 242 | 376 | 11 | 18 | 0,695 | 294 | 0,643617 |
| NAPOLI C.N. | 249 | 330 | 14 | 13 | 0,924 | 240 | 0,7545455 |
| NAPOLI CENTRO SUD | 237 | 347 | 6 | 15 | 0,79 | 405 | 0,6829971 |
| NAPOLI SUD | 266 | 404 | 14 | 19 | 0,783 | 1419 | 0,6584158 |
| NAPOLI ISOLE | 210 | 289 | 12 | 16 | 0,605 | 253 | 0,7266436 |
| NAPOLI PROCIDA | 238 | 311 | 13 | 8 | 0,941 | 90 | 0,7652733 |
| NAPOLI SORRENTO | 149 | 300 | 8 | 3 | 0,99 | 8 | 0,4966667 |
| SALERNO NORD | 248 | 330 | 14 | 16 | null | 126 | 0,7515152 |
| SALERNO SUD | 236 | 369 | 9 | 11 | 0,897 | 494 | 0,6395664 |
| POTENZA | 168 | 321 | 11 | 6 | 0,876 | 4 | 0,5233645 |
| CALABRIA | 210 | 348 | 10 | 7 | 0,887 | 18 | 0,6034483 |
| IONIO MATERA + TARANTO | 277 | 347 | 3 | 12 | 0,914 | 100 | 0,7982709 |
| TARANTO IONIO | 164 | 293 | 5 | 11 | 0,937 | 84 | 0,559727 |
| LECCE IONIO | 161 | 310 | 5 | 12 | 1 | 132 | 0,5193548 |
| BARI+BRINDISI+Le Adriatico | 160 | 281 | 4 | 19 | 1 | 143 | 0,569395 |
| FOGGIA | 148 | 389 | 5 | 33 | null | 84 | 0,3804627 |
| ABRUZZO | 133 | 367 | 5 | 15 | 0,221 | 143 | 0,3623978 |
| MARCHE | 199 | 356 | 8 | 32 | 0,39 | 144 | 0,5589888 |
| PESARO + FORLI | 130 | 296 | 7 | 16 | 0,035 | 161 | 0,4391892 |
| RAVENNA | 116 | 318 | 6 | 15 | 0 | 44 | 0,3647799 |
| RAVENNA + FERRARA | 81 | 308 | 4 | 17 | 0 | 44 | 0,262987 |
| ROVIGO | 67 | 224 | 5 | 11 | 0 | 27 | 0,2991071 |
| VENEZIA profond. 0-15 | 130 | 335 | 8 | 12 | 0,1134 | 9 | 0,3880597 |
| VENEZIA profond. 18 - 33 | 142 | 350 | 6 | 13 | 0,315 | 18 | 0,4057143 |
| UDINE - GORIZIA | 134 | 194 | 6 | 5 | 0 | 8 | 0,6907216 |
| TRIESTE | 219 | 366 | 13 | 12 | 0,51 | 28 | 0,5983607 |
| PALERMO OVEST | 220 | 310 | 11 | 14 | 0,778 | 130 | 0,7096774 |
| PALERMO EST | 205 | 401 | 11 | 15 | 0,806 | 160 | 0,5112219 |
| MESSINA Tirr. | 193 | 403 | 15 | 13 | 0,902 | 154 | 0,4789082 |
| MESSINA Ionio | 143 | 227 | 12 | 5 | 0,905 | 104 | 0,6299559 |
| MESSINA + CATANIA | 155 | 204 | 19 | 5 | 0,543 | 117 | 0,7598039 |
| SIRACUSA NORD | 210 | 304 | 14 | 25 | 0,67 | 264 | 0,6907895 |
| SIRACUSA SUD | 225 | 296 | 9 | 4 | 0,943 | 132 | 0,7601351 |
| RAGUSA + AGRIGENTO | 133 | 197 | 12 | 11 | 0,92 | 64 | 0,6751269 |
| TRAPANI vari | 145 | 242 | 11 | 17 | 0,682 | 240 | 0,5991736 |
| FAVIGNANA (TP) | 157 | 291 | 5 | 1 | 1 | 16 | 0,5395189 |
| CAGLIARI EST 1° | 192 | 377 | 4 | 4 | 0,71 | 24 | 0,5092838 |
| CAGLIARI EST 2° | 152 | 373 | 5 | 9 | 1 | 28 | 0,4075067 |
| CAGLIARI EST 3° | 189 | 378 | 5 | 5 | 0,98 | 24 | 0,5 |
| CAGLIARI CENTRO | 167 | 238 | 5 | 3 | 1 | 66 | 0,7016807 |
| CAGLIARI OVEST | 198 | 376 | 11 | 7 | 0,91 | 32 | 0,5265957 |
| ORISTANO | 210 | 288 | 9 | 3 | 0,916 | 40 | 0,7291667 |
| NUORO EST + SASSARI | 183 | 392 | 6 | 5 | 1 | 98 | 0,4668367 |
| SASSARI OVEST | 151 | 267 | 8 | 6 | 1 | 150 | 0,5655431 |
| NUORO OVEST | 183 | 387 | 3 | 11 | null | 15 | 0,4728682 |

Tab. 2 - Elenco dei lotti con caratteristiche ambientali e IRS



| Metodo di raccolta | % |
|--------------------|------|
| manuale in immers. | 44,9 |
| manuale da riva | 20,1 |
| pesca con rete | 11,7 |
| prelievo con benna | 11,3 |
| dragaggio | 7,8 |
| non determinato | 4,1 |

Tab. 3 - Suddivisione percentuale dei records per metodo di raccolta

Confronto tra regioni

La ricchezza specifica delle regioni è stata misurata calcolando, per ognuna, la media degli IRS dei lotti che essa contiene. In fig. 3 è rappresentato lo scostamento dal valore medio riferito a tutte le regioni italiane (0,585). Particolarmente elevato risulta lo scostamento negativo evidenziato a carico delle tre regioni adriatiche Veneto, Abruzzo ed Emilia Romagna.

Correlazione IRS - n° records

Un'analisi diretta dei valori di ricchezza specifica è priva di significato poiché questo parametro è significativamente correlato allo sforzo di campionamento (test di correlazione: $R = 0,55$; $n = 59$; $p < 0,001$).

Tramite il rapporto n° di specie/ n° di records si è ottenuta una

| HABITAT | | |
|------------------------|-----------|------|
| | n° record | % |
| Infralitt. + Circalitt | 12482 | 64,9 |
| Spiaggiato | 1753 | 9,1 |
| <i>Posidonia</i> | 1444 | 7,5 |
| non definito | 1270 | 6,6 |
| Alghe | 781 | 4,1 |
| Mesolitorale | 690 | 3,6 |
| Anfratti protetti | 617 | 3,2 |
| Laguna | 82 | 0,4 |
| Sopralittorale | 85 | 0,4 |
| Alghe rosse | 22 | 0,1 |

Tab. 4 - Suddivisione percentuale dei records per habitat campionati

misura della ricchezza specifica riferita ad una singola unità di misura dello sforzo di campionamento. Tale unità di misura, definito Indice di Ricchezza Specifica (IRS), è risultato privo di correlazione con lo sforzo di campionamento (test di correlazione: $R = -0,187$; $n = 59$; $p = n. s.$) fig. 4.

Classifica IRS lotti

In base all'IRS è stato possibile confrontare la ricchezza specifica dei lotti ed individuare quelli in cui tale parametro è più elevato.

| Mare | IRS | n | | Mare | IRS | n | F | p |
|---------------|-------|----|----|--------------------|-------|----|--------|--------|
| LIGURE | 0,67 | 10 | vs | TIRRENO | 0,594 | 23 | 3,49 | 0,07 |
| LIGURE | 0,67 | 10 | vs | SARDEGNA | 0,57 | 4 | 3,04 | 0,1067 |
| LIGURE | 0,67 | 10 | vs | SICILIA | 0,6 | 3 | 1,37 | 0,267 |
| LIGURE | 0,67 | 10 | vs | IONIO | 0,67 | 7 | 0,04 | 0,95 |
| LIGURE | 0,67 | 10 | vs | ADRIATICO | 0,44 | 12 | 21,615 | 0,0002 |
| TIRRENO | 0,594 | 23 | vs | SARDEGNA | 0,57 | 4 | 0,122 | 0,7264 |
| TIRRENO | 0,594 | 23 | vs | SICILIA | 0,6 | 3 | 0,024 | 0,8783 |
| TIRRENO | 0,594 | 23 | vs | IONIO | 0,67 | 4 | 2,645 | 0,115 |
| TIRRENO | 0,594 | 23 | vs | ADRIATICO | 0,44 | 12 | 12,2 | 0,0014 |
| SARDEGNA | 0,57 | 4 | vs | SICILIA | 0,6 | 3 | 0,192 | 0,6795 |
| SARDEGNA | 0,57 | 4 | vs | IONIO | 0,67 | 7 | 2,214 | 0,171 |
| SARDEGNA | 0,57 | 4 | vs | ADRIATICO | 0,44 | 4 | 3,066 | 0,1018 |
| SICILIA | 0,6 | 3 | vs | IONIO | 0,67 | 7 | 1,029 | 0,3402 |
| SICILIA | 0,6 | 3 | vs | ADRIATICO | 0,44 | 12 | 4,101 | 0,0639 |
| IONIO | 0,67 | 7 | vs | ADRIATICO | 0,44 | 12 | 15,474 | 0,0011 |
| IONIO N | 0,62 | 3 | vs | IONIO S | 0,71 | 4 | 1,067 | 0,349 |
| SARDEGNA tot. | 0,54 | 9 | vs | LIG+TIRR (no Sard) | 0,63 | 28 | 5,187 | 0,029 |
| SARDEGNA tot. | 0,54 | 9 | vs | IONIO | 0,67 | 7 | 5,911 | 0,0291 |
| SARDEGNA tot. | 0,54 | 9 | vs | ADRIATICO | 0,44 | 12 | 3,388 | 0,0814 |

Tab. 5 - Confronto fra l'Indice di Ricchezza Specifica dei diversi mari.

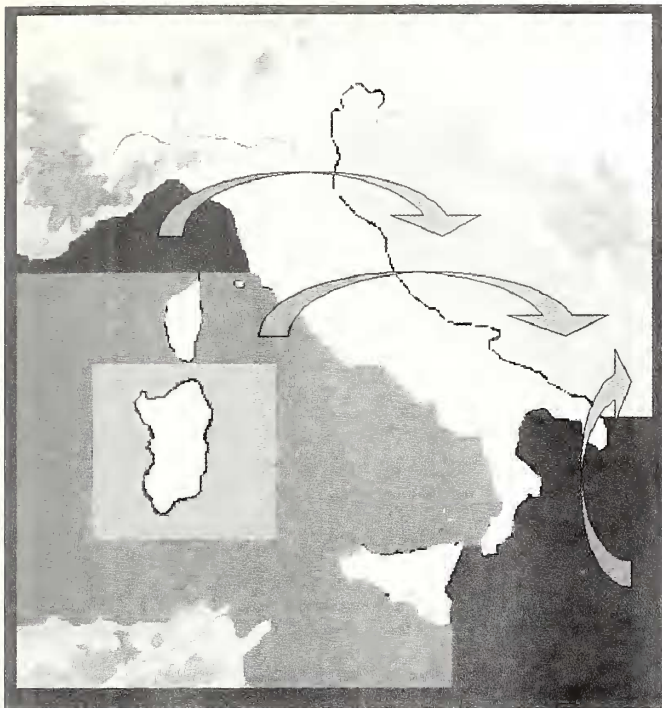


Fig. 2 - Differenze altamente significative fra gli Indici di Ricchezza Specifica dei diversi mari

Nella tab. 6 sono rappresentati i 15 lotti più ricchi di specie (IRS medio alto, alto e molto alto) e gli 11 lotti più poveri di specie (IRS molto basso e bassissimo). I lotti con IRS molto

alto (superiore a 0,75) sono localizzati nel Mar Ionio settentrionale (lotto Matera + Taranto), nel mar Ligure (La Spezia, Livorno sud), nel Mar Ionio meridionale (Messina + Catania; Siracusa Sud) e in varie località del Mar Tirreno (Procida, Napoli centro nord e Salerno Nord). I lotti con IRS molto basso e bassissimo (inferiore a 0,45) appaiono invece localizzati in prevalenza (8 lotti su 11) nel mare Adriatico ed i due lotti con valore di IRS più basso (Rovigo e Ravenna + Ferrara) sono localizzati in aree prospicienti la foce del fiume Po.

Correlazione IRS - n° ambienti e IRS - ISDG

Per verificare le ipotesi sui fattori che influenzano la ricchezza specifica sono stati condotti alcuni test di correlazione sui parametri misurati nei vari lotti. Si è riscontrato che la variabilità ambientale (numero di ambienti) e la proporzione di substrati duri o grossolani (parametro ISDG) sono positivamente correlati, con alta significatività, con l'Indice di Ricchezza Specifica (test di correlazione: $R = 0,51$; $n = 59$; $p < 0,001$ per la variabilità ambientale - fig. 5 e $R = 0,41$; $n = 56$; $p < 0,01$ per la proporzione di substrati duri o grossolani - fig. 6).

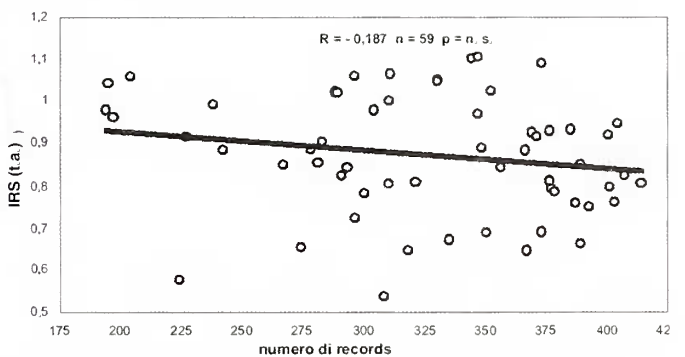


Fig. 4 - Relazione fra Indice di Ricchezza Specifica e numero di records.

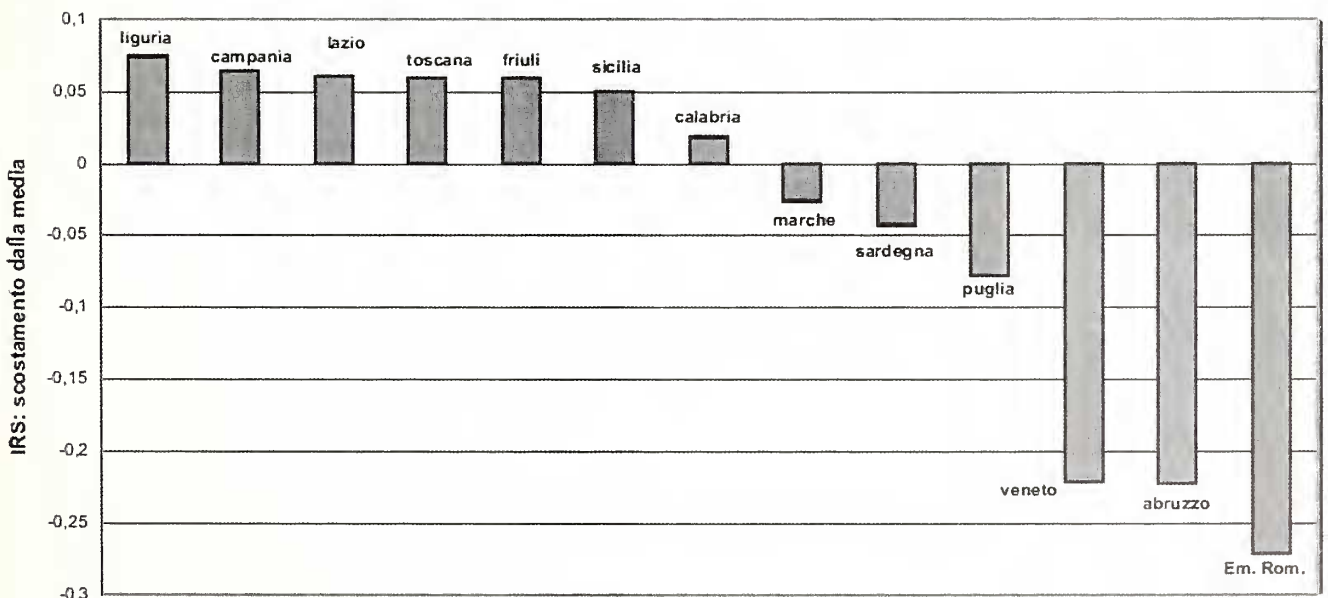


Fig. 3 - Indici di Ricchezza Specifica delle regioni: scostamento dalla media

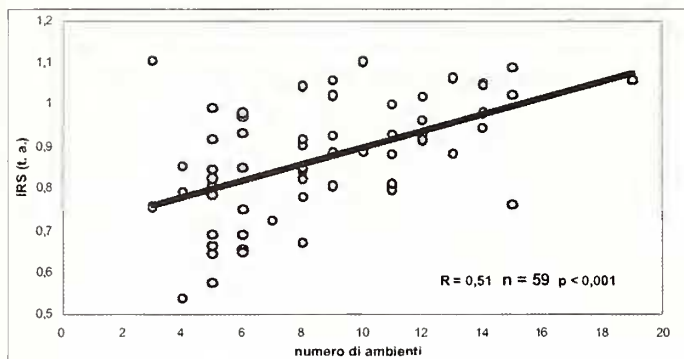


Fig. 5 - Relazione fra Indice di Ricchezza Specifica e numero di ambienti

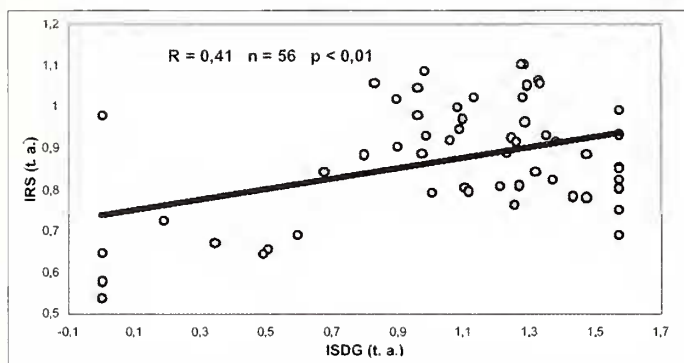


Fig. 6 - Relazione fra Indice di Ricchezza Specifica e la proporzione di substrato duro o grossolano

| | nome lotto | IRS | categoria | limiti |
|----|------------------------|-------------|-------------|--------|
| 1 | Ionio Matera+ Taranto | 0,798270893 | molto alta | |
| 2 | Livorno sud | 0,796511628 | molto alta | |
| 3 | La Spezia | 0,785522788 | molto alta | |
| 4 | Napoli Procida | 0,765273312 | molto alta | |
| 5 | Siracusa sud | 0,760135135 | molto alta | |
| 6 | Messina + Catania | 0,759803922 | molto alta | |
| 7 | Napoli C.N. | 0,754545455 | molto alta | |
| 8 | Salerno nord | 0,751515152 | molto alta | > 0,75 |
| 9 | Capraia (Li) | 0,748717949 | alta | |
| 10 | Genova est | 0,730113636 | alta | |
| 11 | Oristano | 0,729166667 | alta | |
| 12 | Napoli isole | 0,726643599 | alta | |
| 13 | Palermo ovest | 0,709677419 | alta | |
| 14 | Cagliari centro | 0,701680672 | alta | > 0,70 |
| 15 | Siracusa nord | 0,390789474 | medio-alta | |
| 49 | Nuoro ovest | 0,466836735 | bassa | > 0,45 |
| 50 | Pesaro + Forlì | 0,439189189 | molto bassa | |
| 51 | Cagliari est 2° | 0,4075067 | molto bassa | |
| 52 | Venezia profund. 18-33 | 0,405714286 | molto bassa | |
| 53 | Venezia profund. 0-15 | 0,388059701 | molto bassa | |
| 54 | Foggia | 0,380462725 | molto bassa | |
| 55 | Caserta | 0,372262774 | molto bassa | |
| 56 | Ravenna | 0,364779874 | molto bassa | |
| 57 | Abruzzo | 0,36239782 | molto bassa | > 35 |
| 58 | Rovigo | 0,299107143 | bassissima | |
| 59 | Ravenna + Ferrara | 0,262987013 | bassissima | > 25 |

Tab. 6 - Elenco dei lotti a più alto e più basso IRS

Specie da proteggere

Nella tab. 7 è rappresentato, in ordine sistematico, l'elenco delle specie definite "da proteggere" secondo i seguenti autori: BEDULLI (comunicazione personale); BODON *et al.* (1995); SCOTTI *et al.* (2000). La distribuzione di queste specie nei lotti è riportata in tab. 8. In particolare sono rappresentati i 14 lotti con indice di ricchezza specifica più elevato ed il lotto di Imperia che è l'unico in cui è stata rilevata la presenza di un elevato numero di specie da proteggere (6) pur non avendo un elevato indice di ricchezza specifica.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Data la correlazione tra IRS e variabilità ambientale e tra IRS e proporzione di substrati duri o grossolani, questi ultimi possono essere interpretati come quei parametri ecologici che più profondamente influenzano le comunità del macrobenthos marino, in particolare per quanto riguarda la ricchezza specifica. Viceversa, l'assenza di correlazione tra IRS ed i parametri: sforzo di campionamento, numero di località e indice di variabilità batimetrica (IVB), indica che le caratteristiche metodologiche del campionamento hanno un peso trascurabile nell'influenzare i risultati. In altre parole la variabile "sforzo di campionamento" rappresenta una caratteristica metodologica; le variabili "numero di località" ed "indice di variabilità batimetrica" rappresentano caratteristiche miste, in parte dipendenti dalle caratteristiche ambientali ed in parte dipendenti dalle strategie di campionamento; le variabili "numero di ambienti" e la proporzione di substrati duri o grossolani può essere considerata rappresentativa delle caratteristiche ecologiche. Questa interpretazione risulta confermata considerando che queste ultime variabili "ecologiche" non appaiono influenzate dallo sforzo di campionamento (test di correlazione: $R = -0,06$; $n = 59$; $p = n. s.$ per il numero di ambienti e $R = 0,233$; $n = 56$; $p = n. s.$ per l'ISDG).

Confronto tra mari e tra regioni

L'assenza di correlazione tra IRS e sforzo di campionamento ha permesso di usare tale indice per svolgere confronti tra unità geografiche diverse dai lotti. In particolare, il confronto tra i valori medi degli IRS nei mari ha permesso di evidenziare che nei mari Tirreno e Ionio l'indice di ricchezza specifica medio è significativamente più elevato che nel mare Adriatico. Tale risultato è coerente con il fatto che in generale le coste italiane occidentali hanno in media IRS significativamente più elevati di quelle orientali e che le prime hanno in media una proporzione di substrati duri significativamente più elevata delle seconde. Altrettanto coerente con queste interpretazioni è la considerazione che 5 delle 6 regioni a basso IRS abbiano coste bagnate dal mar Adriatico. Come si è notato per i lotti, anche a livello di regioni si può osservare che Veneto ed Emilia Romagna, le regioni più direttamente influenzate dagli apporti del fiume Po, sono tra quelle con IRS medio minore.

Specie degne di protezione e conclusioni

Tutte le specie degne di protezione sono state localizzate in zone corrispondenti a quelle indicate nella checklist delle specie della



| SPECIE DA PROTEGGERE | |
|---|----------------------------|
| <i>Litbopbaga litbopbaga</i> (1)(Linné, 1758) | Bivalvia Mitilidae |
| <i>Pinna nobilis</i> (1)(Linné, 1758) | Bivalvia Pinnidae |
| <i>Pinna rudis</i> (1)(Linné, 1758) | Bivalvia Pinnidae |
| <i>Pholas dactylus</i> (1)(Linné, 1758) | Bivalvia Pholadidae |
| <i>Patella ferruginea</i> (1)(Gmelin, 1791) | Prosobranchia Patellidae |
| <i>Littorina saxatilis</i> (2)(Olivi, 1792) | Prosobranchia Littorinidae |
| <i>Alvania clatbrella</i> (3)(Seguenza, 1903) | Prosobranchia Rissoidae |
| <i>Alvania subareolata</i> (3)(Monterosato, 1869) | Prosobranchia Rissoidae |
| <i>Erosaria spurca</i> (1) Linné, 1758 | Prosobranchia Cypreidae |
| <i>Luria lurida</i> (1) Linné, 1758 | Prosobranchia Cypreidae |
| <i>Schilderia acbatidea</i> (1) Gray, 1837 | Prosobranchia Cypreidae |
| <i>Zonaria pyrum</i> (1) Gmelin, 1791 | Prosobranchia Cypreidae |
| <i>Charonia lampas</i> (1) Linné, 1758 | Prosobranchia Ranellidae |
| <i>Charonia tritonis</i> (1) Lamarck, 1816 | Prosobranchia Ranellidae |
| <i>Tonna galea</i> (1) Linné, 1758 | Prosobranchia Tonnidae |

- (1) Secondo Scotti *et al.* (2000).
 (2) Secondo bedulli (comunicazione personale).
 (3) Secondo Bodon *et al.* (1995).

Tab. 7 - Specie degne di protezione

fauna italiana (BODON *et al.*, 1995 per i Gasteropodi e BEDULLI *et al.*, 1995 per i Bivalvi). Le specie *Pinna nobilis* e *Pinna rudis* sono indicate sia come specie degne di protezione nello studio di SCOTTI *et al.* (2000), sia come minacciate in BEDULLI *et al.* (1995). Le due specie di Prosobranchi Rissoidi *Alvania clatbrella* e *A. subareolata* potrebbero essere considerate degne di protezione in quanto endemiche dei mari italiani (BODON *et al.*, 1995), tuttavia non sono state considerate nelle elaborazioni svolte poichè la sistematica dei micromolluschi in generale e del genere *Alvania* in particolare è alquanto controversa (BEDULLI comunicazione personale). Degno di nota è infine il campionamento di *A. subareolata* presso Cervia, una località dell'Adriatico settentrionale situata qualche centinaio di km a nord rispetto ai limiti di diffusione della specie individuati da BODON *et al.* (1995).

Un altro dato interessante è la correlazione positiva e altamente significativa tra il numero di specie degne di protezione e l'IRS nei lotti ($R = 0,4$; $n = 59$, $p < 0,01$). Qualora tale risultato fosse confermato da analisi più dettagliate, si otterrebbe un importante conferma del valore dell'IRS come possibile indicatore indiretto del valore conservazionistico di una particolare entità ecologica e/o geografica. In altri termini l'IRS, come ogni mezzo per misurare e confrontare i valori di ricchezza specifica, può costituire uno dei parametri utilizzabili per determinare le "hot-spots", cioè quelle zone di massimo interesse ecologico e conservazionistico, perchè particolarmente ricche di specie o di endemismi o di taxa peculiari (per es. MYERS *et al.*, 2000). Va comunque sottolineato che a loro volta le hotspots non devono essere un fine, ma solo uno degli strumenti per una corretta

| ordine | n° specie | Nome lotto |
|--------|-----------|------------------------|
| 1 | 6 | IONIO MATERA - TARANTO |
| 2 | 7 | LIVORNO SUD |
| 3 | 2 | LA SPEZIA |
| 4 | 2 | NAPOLI PROCIDA |
| 5 | 1 | SIRACUSA NORD |
| 6 | 2 | MESSINA + CATANIA |
| 7 | 7 | NAPOLI C. N. |
| 8 | 3 | SALERNO NORD |
| 9 | 2 | CAPRAIA (LI) |
| 10 | 5 | GENOVA EST |
| 11 | 1 | ORISTANO |
| 12 | 1 | NAPOLI ISOLE |
| 13 | 3 | PALERMO OVEST |
| 14 | 0 | CAGLIARI CENTRO |
| | --- | ----- |
| 41 | 6 | IMPERIA |

Tab. 8 - Distribuzione delle specie degne di protezione nei lotti ad elevato IRS e nel lotto di Imperia (vedi testo)

politica di conservazione; esse sono utili principalmente per ottimizzare il rapporto tra investimenti e risultati, nel senso di proteggere la maggior quantità di biodiversità in relazione agli interventi di protezione.

BIBLIOGRAFIA

- BEDULLI D., CASTAGNOLO L., GHISOTTI L. & SPADA G., 1995. Bivalvia, Scaphopoda. In MINELLI A., RUFFO S. & LA POSTA S. (Eds): *Checklist delle specie della fauna italiana*. Calderini, Bologna, 17: 1-21.
- BEGON M., HARPER J. L. & TOWNSEND C., 1989. *Ecologia. Individui, Popolazioni, Comunità*. Zanichelli, Bologna, 854 pp.
- BODON M., FAVILLI L., GIANNUZZI SAVELLI R., GIOVINE F., GIUSTI F., MANGANELLI G., MELONE G., OLIVERIO M., SABELLI B. & SPADA G., 1995. Gastropoda Prosobranchia, Heterobranchia Heterostropha. In MINELLI A., RUFFO S. & LA POSTA S. (Eds): *Checklist delle specie della fauna italiana*. Calderini, Bologna, 14: 1-60.
- CHEMELLO R., SCOTTI G. & MILAZZO M., 2000. L'uso della malacofauna marina in conservazione della natura. In CHEMELLO R. & MANGANELLI G. (Eds): *La conservazione della natura e dei molluschi*. Atti del 1° Workshop Internazionale di Malacologia. *Bollettino Malacologico*, 36, (1-4): 49-60.
- CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY - EARTH SUMMIT IN RIO DE JANEIRO, 1992. In: Conference of the parties to Convention on Biological Diversity, 2° Meeting. 1995. *Report of the First Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice*. Doc. N° UNEP/CBD/COP/2/5. Nairobi, Kenya: UNEP.
- LISON L., 1982. *Statistica applicata alla biologia sperimentale*. Ambrosiana, Milano, 381 pp.
- MEFFE G. K. & CARROLL C. R., 1997a. What is Conservation Biology. In MEFFE G. K. et al. (Eds): *Principles of Conservation Biology. II ed.*. Sinauer Ass. Inc. Publishers, Sunderland MA: 3-27.
- MEFFE G. K. & CARROLL C. R., 1997b. The Species in Conservation. In MEFFE G. K. et al. (Eds): *Principles of Conservation Biology. II ed.*. Sinauer Ass. Inc. Publishers, Sunderland MA: 57-86.



- MEFFE G. K., CARROLL C. R. AND CONTRIBUTORS, 1997. Glossary. In MEFFE G. K et al. (Eds): *Principles of Conservation Biology. II ed.*. Sinauer Ass. Inc. Publishers, Sunderland MA: 675-680.
- MYERS N., MITTERMEIER R. A., DA FONSECA G. A. B. & KENT J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- ORIANI J. H., 1997. Global Biodiversity I: Patterns and Process. In MEFFE G. K et al. (Eds): *Principles of Conservation Biology. II ed.*. Sinauer Ass. Inc. Publishers, Sunderland MA: 87-121.
- PRIMACK R. B., 1993. *Essential of Conservation Biology*. Sinauer Ass. Inc. Publishers, Sunderland MA, 564 pp.
- RICKLEFS R. E., 1993. *Ecologia*. Zanichelli, Bologna, 849 pp.
- SCOTTI G. & CHEMELLO R., 2000. I molluschi marini mediterranei degni di protezione: stato di conoscenza e forme di tutela. In CHEMELLO R. & MANGANELLI G. (Eds): *La conservazione della natura e dei molluschi. Atti del 1° Workshop Internazionale di Malacologia. Bollettino Malacologico*, 36: 1-4; 61-70.
- WILSON E. O., 1997. Introduction. In REAKA-KUDLA M. L., WILSON D. & WILSON E. O. (Eds): *Biodiversity II. Understanding and Protecting our Biological Resources*. Joseph Henry Press, Washington D. C.: 1-3.

Lavoro accettato il 30 Dicembre 2002

Errata Corrige

a *Bollettino Malacologico* 39 [2002] (9-12) pag. 177

La didascalia della Fig. 35 deve essere così corretta:

Fig. 35 - *Mitrella coccinea*, Ras il-Wahx (Malta) -80 m. Foto C. Mifsud.